



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

REC'D 12 DEC 2003

WIPO PCT

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 24 NOV. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

BEST AVAILABLE COPY

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE
RESERVE

SIÈGE
26 bis, rue de Saint-Petersbourg
75000 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75000 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle

N° 11354°02

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 540 011 / 010301

Réserve à l'INPI

RENSEIGNEMENTS
DATE 30 AOUT 2002
LIEU 75 INPI PARIS
N° D'ENREGISTREMENT 0210746
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI
DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE 30 AOUT 2002
PAR L'INPI

NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

ARNAUD SOUBEIRAN
24, VILLA DE LOURCINE
75014 PARIS

Vos références pour ce dossier
(facultatif)

Confirmation d'un dépôt par télécopie

☐ N° attribué par l'INPI à la télécopie

☒ NATURE DE LA DEMANDE

Cochez l'une des 4 cases suivantes

Demande de brevet	<input checked="" type="checkbox"/>	N°	Date
Demande de certificat d'utilité	<input type="checkbox"/>	N°	Date
Demande divisionnaire	<input type="checkbox"/>	N°	Date
Demande de brevet initiale ou demande de certificat d'utilité initiale	<input type="checkbox"/>	N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen Demande de brevet initiale	<input type="checkbox"/>	N°	Date

☒ TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)
DISPOSITIF IMPLANTABLE POUR TRANSFORMER SA COMMANDE
DES COUPLES ALTERNÉS APPLIQUÉS PAR LA FORCE MUSCULAIRE
ENTRE DEUX PIÈCES EN UN DÉPLACEMENT DE DEUX CORPS
RELATIVEMENT L'UN À L'AUTRE

☒ DÉCLARATION DE PRIORITÉ
OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE
LA DATE DE DÉPÔT D'UNE
DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE

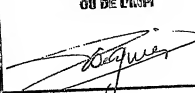
Pays ou organisation	N°
Date	
Pays ou organisation	N°
Date	
Pays ou organisation	N°
Date	
<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	

☒ DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)

☐ Personne morale ☒ Personne physique

Nom ou dénomination sociale		SOUBEIRAN	
Prénoms		ARNAUD ANDRÉ	
Forme juridique			
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Domicile ou siège	Rue	24, VILLA DE LOURCINE	
	Code postal et ville	75014 PARIS	
	Pays	FRANCE	
Nationalité	FRANÇAISE		
N° de téléphone (facultatif)	01 53 80 18 00 N° de télécopie (facultatif) 01 53 80 17 41		
Adresse électronique (facultatif)			
<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

Remplir impérativement la 2^{ème} page

REMISE DES PIÈCES DATE 30 AOÛT 2002 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 0210746		Réservé à l'INPI	
Vos références pour ce dossier : (facultatif)		LISA	
<input checked="" type="checkbox"/> MANDATARIÉ (c'est à dire) Nom Prénom Cabinet ou Société N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel Adresse Rue Code postal et ville Pays N° de téléphone (facultatif) N° de télécopie (facultatif) Adresse électronique (facultatif)			
<input checked="" type="checkbox"/> INVENTEUR (s) Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)	
<input checked="" type="checkbox"/> RAPPORT DE DÉPOSÉ Établissement immédiat ou établissement différé		Uniquement pour les demandes de brevets (compas divises et transformations) <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	
<input checked="" type="checkbox"/> RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES Si vous avez utilisé l'imprimé «Suive», indiquez le nombre de pages jointes		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : R3	
<input checked="" type="checkbox"/> SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Alain Soufleur, Demandeur		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI 	

La présente invention se rapporte aux dispositifs implantables qui permettent de transformer des couples alternés appliqués entre deux pièces par la force musculaire en un déplacement de deux corps l'un par rapport à l'autre, par exemple pour les rapprocher ou les éloigner l'un de l'autre, changer leur orientation angulaire relative ou toute combinaison de ces déplacements. Ces dispositifs peuvent être notamment utiles :

- 5 • en orthopédie : pour l'allongement ou le transport osseux, le redressement, ou le maintien redressé pendant la croissance, de la colonne vertébrale, le remplacement prothétique d'os en croissance, le traitement de fractures qui ne consolident pas spontanément,
- 10 • en médecine : pour contrôler la libération de substances dans l'organisme à partir d'un réservoir implanté.

De tels dispositifs sont déjà connus essentiellement dans le domaine de l'allongement osseux comme :

- 15 • le clou russe qui transforme les couples alternés appliqués par les muscles responsables de la rotation de la hanche entre une première pièce, reliée au bassin du patient, et une seconde, reliée au fémur à allonger dudit patient, en une translation des deux portions du fémur divisé par ostéotomie. Ce système est d'une part difficilement transposable à d'autres os que le fémur et d'autre part non dénué de risque pour l'articulation impliquée.
- 20 • le clou décrit dans le document US-A-5 074 882, qui transforme les couples alternés appliqués soit par la force musculaire du patient, soit celle d'une tierce personne qui manipule le membre du patient en torsion, entre une première pièce reliée à une première portion d'un os et une seconde pièce reliée à une seconde portion du même os divisé par ostéotomie. Les articulations sont ainsi mieux préservées et ce dispositif
- 25 est potentiellement utilisable pour tous les os longs. Toutefois sa conception basée sur des roues à cliquets entraîne des angles d'activation assez important qui, d'une part soumettent le cal osseux à des efforts de cisaillement alternés susceptibles de gêner la consolidation osseuse, et, d'autre part, rendent l'activation douloureuse au point d'être fréquemment réalisée sous anesthésie.
- 30 • le clou décrit dans le document US-A-5 505 733 et perfectionné notamment suivant le document US-A-5 704 939 effectue la même transformation que le clou décrit dans le document US-A-5 074 882 mais propose une conception mécanique qui diminue l'amplitude des rotations nécessaires pour provoquer la translation et par là la douleur et introduit un certain contrôle de l'allongement basé sur un système à cliquets radiaux
- 35 qui oblige à l'application de couples alternés plus importants que ceux nécessaires à l'allongement pour dépasser des positions discrètes.

D'autres informations sur les dispositifs déjà connus et leur utilisation peuvent être trouvées dans les documents cités en référence.

Ces dispositifs déjà connus, en plus des inconvénients spécifiques à chacun, présentent en communs les inconvénients suivants :

- 5 o la seule condition imposée par ces dispositifs pour qu'un couple alterné appliqué par la force musculaire soit transformé en un déplacement étant qu'il dépasse une certaine intensité, cette condition est facilement remplie involontairement, par exemple du fait de mouvements nocturnes du patient, ce qui rend très aléatoire le contrôle du déplacement des deux corps, en l'occurrence des deux segments osseux, et est à
- 10 l'origine de complications telles que douleurs due à la tension des tissus mous et retard ou absence de consolidation osseuse notamment. Le clou suivant US-A-5 505 733 et US-A-5 704 939, perfectionné à cet égard, améliore peu dans la pratique cet état de fait :
- 15 o le couple de déblocage du système à cliquets est souvent trop faible pour prévenir un déblocage involontaire et trop élevé pour permettre un déblocage facile et indolore.
- o l'état du clou « en fonction » ou « bloqué » est inconnu du patient ou du praticien et l'aide électronique apportée pour détecter l'évolution de l'allongement ne lève cette inconnue que partiellement et seulement lors d'une
- 20 séance d'allongement et ne réduit pas la possibilité d'allongement involontaire.
- o un fonctionnement à sens unique, qui empêche de traiter de façon non chirurgicale les complications susceptibles de survenir à la suite du dépassement involontaire du rythme ou de la longueur souhaitée de l'allongement ou du fait de la réponse clinique inhabituelle d'un patient pour lequel le rythme d'allongement planifié a pourtant été
- 25 respecté.
- o la difficulté de les miniaturiser qui limite leur emploi à des os longs de diamètre important.

L'utilisation de ces dispositifs selon l'état de l'art reste donc contraignante et risquée.

- 30 Corrélativement, il est également difficilement envisageable de les utiliser dans des traitements de longue durée ou quand il est nécessaire de contrôler sérieusement et éventuellement réversiblement un déplacement, par exemple dans le cas d'une prothèse chez un enfant pour remplacer un os en croissance, d'une tige rachidienne à longueur modifiable ou d'une pompe implantée ou toute autre application nécessitant un contrôle précis des déplacements dans le temps.

- 35 La présente invention a donc pour but de réaliser un dispositif implantable pour transformer des couples alternés en un déplacement très précis et aussi peu douloureux que possible, sans contrôle particulier des mouvements quotidiens et nocturnes du patient,

- en ne permettant qu'aux seuls couples alternés réalisés lors d'une commande externe préalable facile à effectuer et ne laissant pas de doute sur le caractère activé ou désactivé du dispositif implantable de produire un déplacement limité à une valeur déterminée, les autres couples alternés appliqués involontairement pendant les
- 5 mouvements de la vie courante restants sans effet sur le déplacement jusqu'à une nouvelle commande externe du dispositif.

D'autres buts de l'invention sont de proposer:

- un dispositif facilement miniaturisable,
- une solution au problème du déplacement double sens de deux corps l'un par rapport
- 10 à l'autre par la combinaison judicieuse de deux dispositifs suivant l'invention,
- l'élargissement des domaines d'application des dispositifs implantables aptes à transformer des couples alternés appliqués par la force musculaire entre deux pièces en un déplacement, notamment au transport osseux, aux prothèses à croissance, aux tiges rachidienne et aux pompes implantables.

- 15 Pour ce faire, le dispositif implantable pour transformer sur commande des couples alternés en un déplacement suivant l'invention comporte :

- une première pièce
- une seconde pièce apte à osciller en rotation par rapport à ladite première pièce autour d'un premier axe de rotation
- 20 • un arbre de sortie,
- des moyens pour transformer un couple alterné appliqué entre lesdites première et seconde pièces en une rotation dans un seul sens dudit arbre de sortie,

- Et se caractérise par le fait qu'il comporte des moyens commandables réversiblement pour activer-désactiver lesdits moyens pour transformer un couple alterné appliqué entre
- 25 lesdites première et seconde pièces en une rotation dans un seul sens dudit arbre de sortie.

Suivant une autre caractéristique, le dispositif suivant l'invention peut comporter une pièce mobile en liaison hélicoïdale avec l'arbre de sortie.

- Dans un premier mode de réalisation préféré lesdits moyens pour transformer un couple alterné appliqué entre lesdites première et seconde pièces en une rotation dans un seul sens dudit arbre de sortie comportent :
- 30

- un arbre d'entrée couplé en rotation à ladite seconde pièce,
- un socle,
- des moyens pour qu'une rotation alternative de l'arbre d'entrée par rapport au socle
- 35 provoque la rotation de l'arbre de sortie dans un sens donné seulement,
- des moyens pour solidariser ledit socle en rotation par rapport à ladite première pièce,

- des moyens pour solidariser ledit socle en translation par rapport à ladite seconde pièce,

et lesdits moyens commandables réversiblement pour activer-désactiver lesdits moyens pour transformer un couple alterné appliqué entre lesdites première et seconde pièces en une rotation dans un seul sens dudit arbre de sortie sont constitués de moyens

- 5 commandables réversiblement de blocage-déblocage de la rotation entre lesdites première et seconde pièces.

Dans ce premier mode de réalisation préféré, lesdits moyens de couplage en rotation entre ladite seconde pièce et ledit arbre d'entrée peuvent être constitués par une transmission à engrenages, si l'on souhaite un rapport de transmission différent de un

- 10 entre eux ou si leurs axes de rotation ne sont pas confondus. Avantageusement, les axes de rotation de ces pièces sont confondus et ladite seconde pièce et ledit arbre d'entrée peuvent être fabriqués d'une seule pièce.

- Dans un second mode de réalisation préféré lesdits moyens pour transformer un couple alterné appliqué entre lesdites première et seconde pièces en une rotation dans un seul sens dudit arbre de sortie comportent :

- un arbre d'entrée,
 - un socle,
 - des moyens pour qu'une rotation alternative de l'arbre d'entrée par rapport au socle
- 20 provoque la rotation de l'arbre de sortie dans un sens donné seulement,
- des moyens pour solidariser ledit socle en rotation par rapport à ladite première pièce,
 - des moyens pour solidariser ledit socle en translation par rapport à ladite seconde pièce,

- et lesdits moyens commandables réversiblement pour activer-désactiver lesdits moyens pour transformer un couple alterné appliqué entre lesdites première et seconde pièces en une rotation dans un seul sens dudit arbre de sortie sont constitués de moyens

- 25 commandables réversiblement de blocage-déblocage de la rotation entre ladite seconde pièce et ledit arbre d'entrée.

Pour chacun de ces deux modes de réalisation préférés:

- 30 ◦ les moyens commandables réversiblement de blocage-déblocage de la rotation entre les deux pièces à bloquer-débloquer peuvent être avantageusement constitués :
 - de moyens définissant une cavité étanche aux solides ou liquides environnants entre lesdites pièces à bloquer-débloquer
 - d'une masselotte qui comporte des premières surfaces de blocage aptes à

- 35 coopérer avec des surfaces de la première pièce à bloquer-débloquer et des secondes surfaces de blocage aptes à coopérer avec des surfaces de la

seconde pièce à bloquer-débloquer et libre de passer dans ladite cavité étanche d'une première position dans laquelle les deux pièces à bloquer-débloquer sont bloquées en rotation entre elles par l'intermédiaire desdites première et seconde surfaces de blocage à une seconde position dans laquelle les deux pièces à bloquer-débloquer sont libres de tourner entre elles, au moins une desdites premières et secondes surfaces de blocage étant dégagée des surfaces de la pièce à bloquer-débloquer avec lesquelles elle peut coopérer.

- les moyens pour qu'une rotation alternative de l'arbre d'entrée par rapport au socle provoque la rotation de l'arbre de sortie dans un sens donné seulement peuvent être avantageusement constitués de :

 - une première surface cylindrique liée au socle d'un côté et présentant de l'autre une face libre perpendiculaire à son axe,
 - une seconde surface cylindrique de même diamètre que la première surface cylindrique et liée à l'arbre de sortie d'un côté et présentant de l'autre une face libre perpendiculaire à son axe,
 - une troisième surface cylindrique liée à l'arbre de sortie à l'opposé de la seconde surface cylindrique d'un côté et présentant de l'autre une face libre perpendiculaire à son axe lequel est confondu avec celui de la seconde surface cylindrique,
 - une quatrième surface cylindrique de même diamètre que la troisième surface cylindrique et liée à l'arbre d'entrée d'un côté et présentant de l'autre une face libre perpendiculaire à son axe,
 - des moyens de liaison des arbres d'entrées et de sortie au socle tels que :
 - les axes des quatre surfaces cylindriques et de rotation des arbres d'entrée et de sortie sont confondus,
 - les faces libres de la première et la seconde surface cylindrique sont en contact,
 - les faces libres de la troisième et la quatrième surface cylindrique sont en contact.
 - un premier ressort de friction monté à cheval sur les première et seconde surfaces cylindriques,
 - un second ressort de friction enroulé dans le sens inverse de l'enroulement dudit premier ressort de friction et monté à cheval sur les troisième et quatrième surfaces cylindriques.
- la masselotte peut aussi comporter :
 - un élément sur lequel un champ magnétique est apte à exercer une force,

- o des moyens élastiques pour maintenir ladite masselotte dans au moins une de ses positions,
- o des moyens de blocage selon la position de l'arbre de sortie,

Suivant divers modes de réalisation particuliers, le dispositif suivant l'invention peut en

5 plus comporter :

- o des moyens pour solidariser la pièce mobile avec un os, des moyens pour solidariser la première pièce en rotation avec la pièce mobile et des moyens pour solidariser la seconde pièce avec un os.
- o des moyens pour solidariser la première pièce avec un os et au moins une gorge pratiquée sensiblement suivant la direction de l'axe de rotation de l'arbre de sortie dans ladite première pièce au moins sur la longueur du déplacement souhaité de la pièce mobile, des moyens pour solidariser la seconde pièce à un os et des moyens pour relier la pièce mobile à un os à travers ladite gorges.
- o un second dispositif selon l'invention dont la première pièce est liée rigidement à la première pièce du premier dispositif et dont l'arbre de sortie est la pièce mobile du premier dispositif (et vice versa).
- o une première plaque solidaire de la première pièce et une seconde plaque solidaire de la seconde pièce, les deux plaques étant contenues chacune dans un plan différent sensiblement radial à l'axe de rotation desdites première et seconde pièces tout en se faisant sensiblement face, un ressort maintenu partiellement comprimé entre les

20

plaques, une enveloppe souple formant barrière étanche autour du tout.

L'invention, son fonctionnement et ses applications seront mieux compris et d'autres de ses caractéristiques et avantages apparaîtront au cours de la description suivante donnée en regard des dessins annexés à titre illustratif mais nullement limitatif dans lesquels :

25

Les figures 1 à 4 représentent un mode de réalisation du dispositif suivant l'invention. La figure 1 est une vue éclatée en perspective et partiellement en écorché de ce mode de réalisation. Les figures 2 et 3 sont des vues en perspective partielles centrées sur la masselotte respectivement dans l'état bloqué et dans l'état débloqué. La figure 4 est une coupe complète du mode de réalisation.

30

Les figures 5 à 7 représentent un second mode de réalisation du dispositif suivant l'invention. La figure 5 est une vue en coupe de ce second mode de réalisation. La figure 6 est une vue en perspective éclatée relative à la masselotte dudit second mode de réalisation. La figure sept est une vue en perspective et partiellement en écorché dudit second mode de réalisation.

35

Les figures 8 à 10 représentent, vue en perspective partiellement en écorché, un perfectionnement au second mode de réalisation représenté sur les figures 5 à 7.

- Les figures 11 et 12 représentent un exemple de mode de réalisation particulier dans lequel un premier dispositif suivant l'invention est combiné d'une manière particulière avec un second dispositif suivant l'invention. La figure 11 est une vue en perspective de ladite combinaison dans laquelle trois pièces ont été enlevées pour laisser apparaître les autres. La figure 12 est une vue en coupe de toute la combinaison.
- Les figures 13 à 15 représentent un mode particulier de réalisation de la masselotte. La figure 13 est une vue en perspective. Les figures 14 et 15 sont des vues en coupe dans lesquelles la masselotte est respectivement représentée dans son état « débloquée » et dans son état « bloquée ».
- La figure 16 est une vue en perspective qui représente des moyens pour faciliter l'application des couples alternés entre les première et seconde pièces depuis l'extérieur de l'organisme.
- Il est bien précisé que, sur les figures, les mêmes références désignent les mêmes éléments, quelle que soit la figure sur laquelle elles apparaissent et quelle que soit la forme de représentation de ces éléments. De même, si des éléments ne sont pas spécifiquement référencés sur l'une des figures, la référence peut être aisément retrouvée, en se reportant à une autre figure. En particulier, pour plus de clarté, les références mentionnées sur une vue de détail ne sont pas nécessairement reprises sur la vue dont elle est issue.
- Le demandeur tient aussi à préciser que les figures représentent plusieurs modes de réalisation de l'objet selon l'invention, mais qu'il existe d'autres modes de réalisation qui répondent à la définition de cette invention.
- Il précise en outre que, lorsque que, selon la définition de l'invention, l'objet de l'invention comporte « au moins un » élément ayant une fonction donnée, le mode de réalisation décrit peut comporter plusieurs de ces éléments.
- Il précise aussi que si les modes de réalisation de l'objet selon l'invention tels qu'illustrés comportent plusieurs éléments de fonctions identiques et que si, dans la description, il n'est pas spécifié que l'objet selon cette invention doit obligatoirement comporter un nombre particulier de ces éléments, l'objet de l'invention pourra être défini comme comportant « au moins un » de ces éléments.
- Les figures 1 à 16 représentent plusieurs modes de réalisation du dispositif selon l'invention pour transformer sur commande des couples alternés appliqués par la force musculaire entre deux pièces en un déplacement de deux corps relativement l'un à l'autre, étant précisé que, dans le but de permettre la meilleure compréhension possible de la structure de ces modes de réalisation, certaines des dimensions, essentiellement de certains espaces entre les différents éléments, ont été sciemment dilatées.

Le dispositif implantable pour transformer sur commande des couples alternés en un déplacement suivant l'invention comporte :

- 5 ◦ une première pièce 1,

 ◦ une seconde pièce 2 apte à osciller en rotation par rapport à ladite première pièce autour d'un premier axe de rotation 100,

 ◦ un arbre de sortie 4,

 ◦ des moyens pour transformer un couple alterné appliqué entre lesdites première 1 et seconde 2 pièces en une rotation dans un seul sens dudit arbre de sortie 4,

- 10 et des moyens commandables réversiblement pour activer - désactiver lesdits moyens pour transformer un couple alterné appliqué entre lesdites première 1 et seconde 2 pièces en une rotation dans un seul sens dudit arbre de sortie 4.

- 15 Dans la suite de la présente description, dans un souci de facilitation de la lecture et de la compréhension, lesdits moyens 3, 5, 6 pour transformer un couple alterné appliqué entre lesdites première 1 et seconde 2 pièces en rotation dans un seul sens dudit arbre de sortie 4 seront appelés « moyens pour transformer » et, lesdits moyens commandables réversiblement pour activer - désactiver lesdits moyens 3, 5, 6 pour transformer un couple alterné appliqué entre lesdites première et seconde pièces en rotation dans un seul sens dudit arbre de sortie seront appelés « moyens d'activation - désactivation ».

- 20 Suivant le mode de réalisation du dispositif suivant l'invention représenté sur les figures 1 à 4, les moyens pour transformer comportent :

- un arbre d'entrée 3 couplé en rotation à ladite seconde pièce 2,

 ◦ un socle 5,

 ◦ des moyens 61, 62 pour qu'une rotation alternative de l'arbre d'entrée 3 par rapport au socle 5 provoque la rotation de l'arbre de sortie 4 dans un sens donné seulement,

- 25 ◦ des moyens 52, 53 pour solidariser ledit socle en rotation par rapport à ladite première pièce 1,

 ◦ des moyens pour solidariser ledit socle en translation par rapport à ladite seconde pièce.

- 30 et les moyens d'activation - désactivation sont constitués de moyens 7 commandables réversiblement de blocage-déblocage de la rotation entre lesdites première 1 et seconde 2 pièces.

Ce mode de réalisation du dispositif peut aussi comporter une pièce mobile 9 en liaison hélicoïdale avec ledit arbre de sortie 4.

- 35 Suivant ce mode représenté sur les figures 1 à 4, la première pièce 1, dont seule une moitié est représentée sur la figure 1, est sensiblement tubulaire et de longueur suffisante pour contenir toutes les pièces composant ledit dispositif représenté sur les figures 1 à 4 à

- l'exception d'une extrémité de la seconde pièce 2 et, éventuellement, d'une extrémité de la pièce mobile 9 (ladite pièce mobile 9 est en effet entièrement et sur toute la longueur de son déplacement contenue à l'intérieur de ladite première pièce 1 quand ledit mode de réalisation du dispositif est utilisé pour le transport osseux comme il sera explicité plus loin). Ladite première pièce 1 comporte au moins une gorge anti-rotation intérieure 13, 14 sensiblement parallèle à son axe et débouchant de ladite première pièce 1 d'un côté au moins, deux gorges 13, 14 étant représentées sur les figures 1 à 4. Les faces de ladite gorge servent d'appui à toutes les pièces 5, 9 qui doivent être bloquées en rotation par rapport à la première pièce 1. A une extrémité, où vient se monter la seconde pièce, est pratiqué un perçage 12 perpendiculaire à l'axe de ladite première pièce 1 et destiné à recevoir une clavette d'assemblage 8 qui solidarise en translation ladite première pièce 1 avec ladite seconde pièce 2 et sert à limiter angulairement les oscillations en rotation entre ces deux première 1 et seconde 2 pièces. La première pièce 1 comporte également à chaque extrémité au moins un chambrage 11, 15 qui pénètre plus profondément dans sa paroi que les gorges anti-rotation 13, 14. Ces chambrages 11, 15 sont destinés à recevoir des joints 16 tels que des joints toriques qui assureront l'étanchéité notamment de la cavité dans laquelle circule la masselotte. Dans ce mode de réalisation le premier joint 16 est comprimé entre la première 1 et la seconde pièce 2 et le second joint (non représenté bien que son logement 15 le soit) est comprimé entre la première pièce 1 et la pièce mobile 9. L'homme de l'art pourra sans difficulté adopter d'autres configurations qui assureront de la même façon l'étanchéité de la cavité dans laquelle circule la masselotte 7, par exemple en plaçant un joint entre l'intérieur de la première pièce 1 et le socle 5. La seconde pièce 2 et l'arbre d'entrée 3 sont fabriqués d'un seul bloc. Ledit bloc est sensiblement de révolution et comporte, accolés rigidement les uns aux autres, coaxiaux et dans l'ordre:
- un premier cylindre 21 de diamètre extérieur sensiblement égal à celui du diamètre extérieur de la première pièce 1 et qui reste à l'extérieur de celle-ci, lequel cylindre 21 peut recevoir des moyens de liaison à l'os 27 tels que des perçages dans lesquels viendront se loger des vis. Ce cylindre peut également recevoir d'autres moyens de liaison tels que des crochets pour un usage de ce mode de réalisation en tige rachidienne de distraction ou de compression par exemple.
 - un second cylindre 22 de diamètre extérieur sensiblement égal à celui du diamètre intérieur de la première pièce 1 dans laquelle il pénètre avec un certain jeu et avec laquelle il coopère de manière à autoriser la rotation de ladite seconde pièce 2 par rapport à ladite première pièce 1 tout en constituant ensembles une structure suffisamment rigide en flexion, et qui reçoit perpendiculairement à son axe un logement oblong 26 par lequel traverse la clavette d'assemblage 8 qui solidarise en

translation ladite première pièce 1 avec ladite seconde pièce 2. La position du logement oblong 26 est telle que, quand elle est en place, la face de jonction entre le premier cylindre 21 et le second cylindre 22 se trouve en contact avec l'extrémité de la première pièce 1 à proximité de laquelle le perçage 12, destiné à recevoir la clavette d'assemblage 8, a été pratiqué.

- 5 ○ un troisième cylindre 26 de diamètre sensiblement plus faible que le diamètre intérieur de la première pièce 1 de manière à ménager une cavité à cet endroit entre la première 1 et la seconde 2 pièce destinée à recevoir la masselotte 7,
- 10 ○ un quatrième cylindre 24 de diamètre extérieur sensiblement égal à celui du diamètre intérieur de la première pièce 1 avec lequel il coopère également et qui reçoit à sa surface au moins une gorge 25 parallèle à l'axe du cylindre et positionné de manière à ce qu'elle puisse venir en vis-à-vis d'au moins une des gorges 13, 14 anti-rotation pratiquées à l'intérieur de ladite première pièce 1 quand le dispositif est assemblé. La masselotte 7 pourra s'appuyer sur ladite gorge 25 parallèle à l'axe du quatrième
- 15 cylindre pour bloquer la rotation entre la première 1 et la seconde pièce 2. Il n'est pas nécessaire pour le fonctionnement que ladite gorge 25 dépasse en profondeur le niveau du troisième cylindre 23.
- 20 ○ un cinquième cylindre 3 destiné à recevoir un ressort de friction 61. La face d'extrémité libre de ce cinquième cylindre est en outre percée d'un trou coaxial audit cinquième cylindre 3 et dont l'extrémité interne comporte un chambrage. Ce cinquième cylindre 3 dudit bloc constitue également l'arbre d'entrée 3.

Les parties de la seconde pièce 2 et de la première pièce 1 emboîtées l'une dans l'autre avec un certain jeu étant essentiellement de révolution, elles sont bien aptes à osciller en rotation entre elles autour dudit premier axe de rotation 100.

- 25 L'arbre de sortie 4 est constitué de deux parties 41, 42 frettées ou collées l'une dans l'autre :

- 30 ○ la première 41 de ces deux parties 41, 42 est essentiellement un cylindre 44 de même diamètre que le cinquième cylindre 3 du bloc constitué par la seconde pièce 2 et l'arbre d'entrée 3 munie d'un épaulement 45 en son centre, qui sert à éviter le contact entre des ressorts de friction 61, 62. Ladite première partie 41 de l'arbre de sortie 4 comporte en outre à une extrémité du cylindre 44 qui la constitue essentiellement un petit axe coaxial 46 de diamètre extérieur sensiblement égal au diamètre du trou du cinquième cylindre 3 dudit bloc et qui se termine par une partie conique coaxiale de diamètre externe sensiblement égal au diamètre
- 35 intérieur du chambrage formé à l'extrémité interne du trou pratiqué sur l'extrémité libre du cinquième cylindre 3, ce petit axe 46 et la partie conique à son extrémité sont fendus sur toute leur longueur d'au moins une gorge passant par leur axe

commun de manière à permettre leur encliquetage dans le trou pratiqué sur l'extrémité libre du cinquième cylindre dudit bloc. Les longueurs sont choisies telles que la face d'extrémité libre du cinquième cylindre 3 dudit bloc soit en contact avec l'extrémité du cylindre 44 constituant essentiellement la première partie 41 de l'arbre de sortie 4 qui supporte ledit petit axe 46. Cet assemblage par encliquetage participe aux moyens de liaison des arbres d'entrée 3 et de sortie 4 au socle 5. À l'extrémité opposée du cylindre 44 qui la constitue essentiellement, la première partie 41 de l'arbre de sortie 4 comporte un perçage coaxial dans lequel s'assemble, par exemple par frettage ou par collage la seconde partie 42 de l'arbre de sortie 4.

- La seconde partie 42 de l'arbre de sortie est constituée d'une vis 420 de longueur supérieure ou égale à la course du déplacement que l'on souhaite faire réaliser par le dispositif représenté sur les figures 1 à 4 prolongée d'un axe cylindrique 430 qui traverse le socle 5 qui se trouve ainsi solidarisé en translation, du fait de la longueur judicieusement choisie dudit axe cylindrique 430, avec ledit axe de sortie 4, ce qui complète les moyens de liaison des arbres d'entrée 3 et de sortie 4 au socle 5, et dont l'extrémité vient s'assembler dans le perçage coaxial pratiqué à cet effet dans la première partie 41 de l'arbre de sortie 4.

Le socle 5 est constitué d'un cylindre de même diamètre que le cinquième cylindre dudit bloc, d'un épaulement 51 du diamètre intérieur de la première pièce à une extrémité de ce cylindre, lequel épaulement 51 se trouve prolongé radialement par au moins une languette 52, 53 apte à coopérer avec une des gorges anti-rotation 13, 14 pratiquée à l'intérieur de la première pièce 1 constituant ensembles les moyens pour solidariser ledit socle 5 en rotation par rapport à ladite première pièce 1. Le socle 5 est en outre percé 54 de part en part suivant l'axe de son cylindre de manière à pouvoir s'intercaler entre la première 41 et la seconde 42 parties de l'arbre de sortie 4 sur ledit axe cylindrique 430 de la seconde partie 42 de l'arbre de sortie 4, comme déjà décrit précédemment. La coopération du perçage 54 du socle 5 avec l'axe cylindrique 430 de la seconde partie 42 de l'arbre de sortie 4 constituant des moyens de guidage en rotation et de centrage entre l'arbre de sortie 4 et le socle 5, tout comme des moyens de solidarisation en translation de ces éléments. Le socle 5 est ainsi également solidarisé en translation avec ladite seconde pièce 2 par l'intermédiaire dudit arbre de sortie 4. Le sens de montage du socle 5 sur cet axe cylindrique 430 est tel que l'épaulement 51 du socle se retrouve en contact avec la vis 420 de l'arbre de sortie 4 et la face libre du cylindre du socle en contact avec la face percée de la première partie 41 de l'arbre de sortie 4.

Un premier 61 et un second 62 ressorts d'entraînement, préférentiellement à spires jointives, et nécessairement enroulés dans des sens contraires et de diamètre intérieur,

- en l'absence de contraintes sur eux, légèrement inférieur au diamètre extérieur du cinquième cylindre 3 du bloc constitué par la seconde pièce 2 et l'arbre d'entrée 3 sont emboîtés de part et d'autre de l'épaule 45 sur le cylindre 44 qui constitue essentiellement la première partie 41 de l'arbre de sortie 4. L'arbre de sortie 4 est ensuite
- 5 assemblé en emprisonnant entre ses deux parties 41, 42 ledit socle 5 dont la surface cylindrique reçoit donc une partie d'un des deux ressorts 62. De la même façon l'arbre de sortie 4 est assemblé avec l'arbre d'entrée 3 par encliquetage de façon que l'autre ressort 61 se retrouve à cheval entre ledit cinquième cylindre 3 dudit bloc et une partie du cylindre 44 qui constitue essentiellement la première partie 41 de l'arbre de sortie 4. La
- 10 longueur des ressorts 61, 62 a en effet été choisie pour qu'il s'intègrent juste entre les épaulements 24, 45 et 45, 51 qui bordent chacun des cylindres 3, 44, 5 sur lesquels ils s'assemblent. Il est important de préciser que l'égalité des diamètres des cylindres en contact avec un même ressort est nécessaire mais que l'égalité des diamètres de tous les cylindres n'est qu'un cas particulier favorable à une industrialisation mais non nécessaire
- 15 au fonctionnement du dispositif suivant l'invention.
- A ce stade, on vérifie que l'on a bien construit des moyens pour qu'une rotation alternative de l'arbre d'entrée 3 par rapport au socle 5 provoque la rotation de l'arbre de sortie 4 dans un sens donné seulement. On dispose en effet de moyens de liaison 430, 46 des arbres d'entrée 3 et de sortie 4 au socle 5 comme précédemment explicité qui les maintiennent
- 20 alignés et solidaires en translation et les ressorts d'entraînement 61, 62 fonctionnent, quand ils sont montés à cheval sur deux premier et second cylindres, de façon parfaitement connue de l'homme de l'art, en moyens pour autoriser la rotation dudit second cylindre par rapport audit premier cylindre dans un premier sens et bloquer la rotation dudit second cylindre par rapport audit premier cylindre dans le second sens
- 25 opposé audit premier sens. En outre deux ressorts d'entraînement enroulés dans des sens opposés donneront des sens de blocage opposés également. Ainsi, si l'on effectue une rotation de l'arbre d'entrée 3 dans un premier sens, que l'on suppose pour les besoins de l'explication être le sens dans lequel le ressort 61 avec lequel il est en contact bloque la rotation avec l'arbre de sortie 4, ce dernier sera entraîné en rotation car le
- 30 second ressort d'entraînement 62, enroulé dans le sens inverse du premier ressort 61, et monté à cheval sur l'arbre de sortie 4 et le socle 5 ne bloque pas, lui, la rotation dans ce sens. Inversement, si l'on effectue une rotation de l'arbre d'entrée 3 dans le sens opposé au premier sens, le ressort 61 avec lequel il est en contact ne bloque pas la rotation et l'arbre de sortie 4 n'est pas entraîné en rotation d'autant que le second ressort
- 35 d'entraînement 62, monté à cheval entre l'arbre de sortie 4 et le socle 5, bloque, lui, la rotation dans ce second sens dudit arbre de sortie 4 par rapport au socle 5. On a ainsi montré que, quel que soit le sens de rotation de l'arbre d'entrée 3, l'arbre de sortie 4 ne

tournera que dans ledit premier sens dans lequel le ressort 61 monté à cheval entre les deux arbres d'entrée 3 et de sortie 4 bloque la rotation entre eux.

Le mode de réalisation du dispositif suivant l'invention représenté sur les figures 1 à 4 comporte encore :

- 5 • une pièce mobile 9, représentée uniquement sur la figure 4, constituée d'une tige de diamètre sensiblement égal au diamètre intérieur de la première pièce, de manière à être apte à coulisser dans cette dite première pièce, et comportant à une extrémité un taraudage 92 apte à coopérer avec la vis 420 de la seconde partie 42 de l'arbre de sortie 4 et, en général, à l'autre extrémité, des moyens 93 de la solidariser avec un os, tels que des trous aptes à recevoir des vis, ou des crochets pour la raccrocher à une ou plusieurs vertèbres. Ladite pièce mobile 9 peut en outre être munie ou non de moyens 91 de la solidariser en rotation avec la première pièce, quand ils sont présents ces moyens peuvent être constitués, par exemple, par au moins une languette 91 apte à coopérer avec une des gorges anti-rotation 13, 14 pratiquée à l'intérieur de la première pièce 1. De tels moyens 91 sont représentés sur la figure 4, et sont utilisés dans des applications d'allongement osseux ou de prothèses à croissance dans lesquelles ladite pièce mobile 9 constitue également un moyen d'appliquer les couples alternés sur la première pièce 1. Ces moyens 91 peuvent être absents par exemple dans des applications de tiges rachidiennes ou de plaques d'allongement d'os tels que ceux de la mâchoire ou du crâne dans lesquelles la pièce mobile 9 est solidarisée à l'un des deux corps à déplacer mais l'application des couples alternés s'effectue directement sur la première pièce 1 éventuellement à travers des moyens distincts 200, 201 de ladite pièce mobile comme représenté sur la figure 16 tels qu'une première plaque 200 solidaire de la première pièce 1 et une seconde plaque 201 solidaire de la seconde pièce 2, les deux plaques 200, 201 étant contenues chacune dans un plan différent sensiblement radial à l'axe de rotation 100 desdites première 1 et seconde pièces 2 tout en se faisant sensiblement face, un ressort (non représenté sur la figure 16) maintenu partiellement comprimé entre les plaques 200, 201 par exemple parce qu'il prend appui sur des logements circulaires 2001 pratiqués sur les faces des plaques 200, 201 en vis-à-vis l'une de l'autre et que ses caractéristiques ne le conduisent pas à flamber placé dans cette position. En général, une enveloppe souple forme barrière étanche autour de ces moyens dont on comprend facilement le fonctionnement : une des plaques 200 est disposée en appui sur l'intérieur de l'organisme, la seconde 201 est disposée sous la peau ou peu profondément sous une couche musculaire et une simple pression sur la plaque 201 disposée sous la peau à travers celle-ci tend à rapprocher les plaques 200, 201 l'une de l'autre, comprimer le ressort tout en permettant l'application d'un couple entre les

deux première 1 et seconde 2 pièces, quand la pression est relâchée, le ressort tend à écarter à nouveau les plaques 200, 201 l'une de l'autre tout en appliquant un couple en sens inverse du premier entre lesdites première 1 et seconde 2 pièces.

- 5 • Une masselotte 7 apte à se déplacer dans la cavité constituée entre ladite première 1 et ladite seconde 2 pièces, d'une part de l'espace tubulaire laissé vide entre le troisième cylindre 23 de diamètre sensiblement plus faible que le diamètre intérieur de la première pièce 1 dudit bloc et l'intérieur de la première pièce 1 et d'autre part des gorges anti-rotation 13, 14, 25 pratiquées d'une part à l'intérieur de la première pièce 1 et d'autre part à la surface dudit quatrième cylindre 24 dudit bloc. Ladite masselotte 7

10 suivant le mode de réalisation représenté sur les figures 1 à 4 est donc constituée d'un segment de demi tube 71 apte à se monter avec jeu dans ledit espace tubulaire et à coulisser à l'intérieur de cet espace et d'au moins un parallépipède 72, 73 solidaire de la face d'extrémité dudit segment de demi tube 71 qui peut venir en contact avec la face dudit quatrième cylindre 24 dudit bloc liée audit troisième cylindre

15 23 dudit bloc. La position et les dimensions du parallépipède 72, 73 sont telles que quand ce contact est établi, comme représenté sur la figure 2, ledit parallépipède 72, 73 remplisse latéralement avec un faible jeu une des gorges 25 pratiquées dans ledit quatrième cylindre 24 dudit bloc et la partie d'une des gorges anti-rotation 13, 14 pratiquées à l'intérieur de ladite première pièce 1 qui vient en vis-à-vis à ce moment.

20 La face tournée vers l'intérieur dudit segment de demi tube 71 du parallépipède 72, 73 ne devant pas dépasser vers l'intérieur dudit segment de demi tube 71 de manière à ne pas bloquer la translation de ladite masselotte 7 le long dudit troisième cylindre 23 dudit bloc. La hauteur du segment de demi-tube 71 est telle que ledit parallépipède 72, 73 soit complètement dégagé de ladite gorge 25 pratiquée dans

25 ledit quatrième cylindre 24 dudit bloc quand la masselotte 7 vient en butée sur ledit second cylindre 22 dudit bloc comme représenté sur la figure 3.

Le mode de réalisation du dispositif suivant l'invention ainsi constitué et représenté sur les figures 1 à 4 fonctionne de la manière suivante : quand la masselotte 7 se trouve dans la position représentée sur la figure 2, la première pièce 1 et la seconde pièce 2 sont

30 solidarisées en rotation par l'intermédiaire du parallépipède 72, 73 de la masselotte 7, les surfaces 72 de la partie haute dudit parallépipède 72, 73 étant en contact avec l'une des gorges anti-rotation 13, 14 pratiquées à l'intérieur de ladite première pièce 1, et les surfaces 73 de la partie basse parallépipède 72, 73 de la masselotte 7 étant en contact avec les surfaces de la gorge 25 pratiquée dans ledit quatrième cylindre 24 dudit bloc.

35 Ainsi lesdites première 1 et seconde 2 pièces reprennent directement les couples appliqués entre elles qui ne peuvent donc être transférés auxdits arbre d'entrée 3 et socle 5. Par conséquent aucune rotation entre l'arbre d'entrée 3 et le socle 5 ne peut se

produire et donc aucun déplacement n'est engendré. Les moyens pour transformer sont ainsi désactivés. En revanche, quand la masselotte 7 se trouve dans la position représentée sur la figure 3, telle qu'elle vient en butée sur ledit second cylindre 22 dudit bloc, la partie basse 73 du parallélépipède 72, 73 est entièrement dégagée de la gorge 25 pratiquée dans ledit quatrième cylindre 24 dudit bloc et la première 1 et la seconde 2 pièces sont donc libres d'osciller en rotation entre les positions qui provoquent la butée de la clavette d'assemblage 8 sur l'oblong 26 pratiquée dans ledit second cylindre 22 dudit bloc quand on applique des couples alternés entre elles, ces dits couples sont ainsi transférés auxdits arbre d'entrée 3 et socle 5 entraînant en rotation ledit arbre d'entrée 3 par rapport audit socle 5. L'arbre de sortie 4 est ainsi à son tour entraîné en rotation dans un sens de la façon déjà examinée précédemment, laquelle rotation dans un sens est transformée en un déplacement de la pièce mobile 9 par l'intermédiaire de la liaison hélicoïdale entre la vis 420 de l'arbre de sortie 4 et le taraudage 92 de la pièce mobile 9 correspondant à un raccourcissement ou un allongement suivant le sens choisi de l'enroulement des ressorts d'entraînement 61, 62 et du pas de la vis 420 dudit arbre de sortie 4. Les moyens pour transformer sont ainsi activés.

On commande le passage de la masselotte 7 de la position représentée sur la figure 2 à celle représentée sur la figure 3 pour activer les moyens pour transformer en inclinant ledit mode de réalisation du dispositif suivant l'invention représenté sur les figures 1 à 4 dans le champ de gravité terrestre de manière à ce que la seconde pièce 2 se trouve « en bas » et en appliquant un premier couple alterné entre la première 1 et la seconde 2 pièce pour libérer les efforts appliqués par l'intermédiaire des gorges 13, 14, 25 desdites première 1 et secondes 2 pièce sur le parallélépipède 72, 73 de ladite masselotte 7 favorisant ainsi sa chute sous l'effet de la gravité. On commande le mouvement inverse de la masselotte 7 pour désactiver les moyens pour transformer en inclinant ledit mode de réalisation du dispositif suivant l'invention représenté sur les figures 1 à 4 dans champ de gravité terrestre de manière à ce que la seconde pièce 2 se trouve « en haut » et en appliquant un premier couple alterné entre la première 1 et la seconde 2 pièce qui aura pour effet d'amener la gorge 25 pratiquée dans le quatrième cylindre 24 dudit bloc en vis-à-vis de la gorge anti-rotation 13, 14 pratiquée à l'intérieur de ladite première pièce 1 dans laquelle la partie supérieure 72 du parallélépipède 72, 73 de la masselotte 7 a coulissée durant tous les mouvements de ladite masselotte 7 et donc de permettre le retour dans la position représentée sur la figure 2. Suivant les frottements existants entre la masselotte 7 et sa cavité les directions « en haut » et « en bas » correspondront à une stricte verticale ou à un positionnement à l'intérieur d'un cône centré sur la verticale.

On a donc bien constitué avec la masselotte 7 circulant dans sa cavité étanche des moyens d'activation - désactivation.

Dans la pratique clinique, par exemple pour l'allongement d'un fémur, on pourra introduire chirurgicalement le présent mode de réalisation du dispositif suivant l'invention de la hanche vers le genou, la seconde pièce 2 se trouvant donc vers la hanche, dans le canal médullaire de l'os préalablement ostéotomié et verrouiller la pièce mobile 9 au segment distal de fémur et la seconde pièce 2 au segment proximal dudit fémur. Dans ces conditions, ni les torsions du membre provoquées par la marche, ni la position assise, ni la position allongée ne sont susceptibles de provoquer des allongements involontaires les moyens pour transformer étant désactivés. Pour provoquer des allongements il faut lever le genou au-dessus de la hanche et appliquer une légère torsion à la cuisse à ce moment-là. Des lors, les moyens pour transformer sont activés et toutes les torsions dans un sens de la cuisse pratiquées jusqu'au retour « en haut » du dispositif, pour commander la désactivation des moyens pour transformer, (c'est-à-dire la jambe « en bas » ou encore le patient sensiblement debout) provoqueront des allongements.

Il est important de préciser que si l'on se souhaite introduire le présent mode de réalisation du dispositif de manière rétrograde (c'est-à-dire à partir du genou en remontant vers la hanche) dans le fémur et cependant conserver la même pratique clinique que celle qui vient d'être décrite, il convient de procéder aux modifications suivantes dudit mode de réalisation : le parallélépipède 72, 73 de la masselotte 7 doit être rattaché à la face opposée à laquelle il est attaché du segment de demi tube 71 de la masselotte 7 (on peut aussi simplement retourner la masselotte 7 dans sa cavité) et la gorge 25, au lieu d'être pratiquée dans le quatrième cylindre 24 dudit bloc, doit être pratiquée, de façon tout à fait similaire, dans le second cylindre 22 dudit bloc. Le fonctionnement de ce mode de réalisation du dispositif suivant l'invention modifié se déduit directement du fonctionnement déjà décrit et l'on vérifie facilement qu'il offre le même comportement clinique bien qu'étant introduit de manière rétrograde.

Dans des applications cliniques à l'allongement des os de la mâchoire du crâne, au traitement de déformations du rachis, ou à la diffusion de substances contenues dans un réservoir implanté, les couples alternés seront appliqués en général par pression sur la peau, comme décrit précédemment, après que le patient ait été incliné dans la direction qui convient pour commander l'activation des moyens pour transformer de ce mode de réalisation du dispositif suivant l'invention. Cela peut parfois conduire à l'utilisation de supports inclinables spécifiques en fonction de la localisation du dispositif et de l'état du patient.

Dans le cas de la diffusion de substances contenues dans un réservoir implanté, la pièce mobile 9 n'est pas utilisée et l'arbre de sortie 4 peut par exemple être relié directement à une pompe telle qu'une pompe péristaltique. Le présent mode de réalisation du dispositif suivant l'invention permettra donc ainsi de provoquer sur commande externe la diffusion

précisément contrôlée des substances contenues dans le réservoir implanté. Il peut également transférer un fluide d'un premier à un second réservoir implanté et un second mode de réalisation du dispositif suivant l'invention être utilisé pour transférer par l'intermédiaire d'un second canal et d'une autre pompe péristaltique ledit fluide dans l'autre sens du second réservoir au premier réservoir implanté, permettant ainsi par exemple de gonfler ou dégonfler un organe, tel que le pénis, ou de comprimer puis décompresser une partie de l'organisme, tel qu'un vaisseau par exemple. De la même façon, pour d'autres applications spécifiques, telles que, par exemple, le cerclage artériel en chirurgie cardiaque, on pourra, en utilisant directement l'arbre de sortie 4 non muni de vis, enrrouler un fil ou un câble de manière à resserrer ledit cerclage de manière très progressive et contrôlée.

Dans des applications cliniques au transport osseux, la pièce mobile 9 se présente sensiblement sous la forme d'un écrou qui coopère avec la vis 420 de l'arbre de sortie 4 et est entièrement et sur toute la longueur du transport osseux prévu contenue à l'intérieur de ladite première pièce 1. Laquelle dite première pièce 1 comporte alors, d'une part, une découpe sensiblement oblongue sur la même dite longueur du transport osseux qui permet le passage d'une tige de liaison à la rondelle d'os à transporter laquelle tige vient s'assembler par exemple dans un trou taraudé prévu à cet effet dans la pièce mobile 9, et d'autre part des moyens de liaison à un os à son extrémité opposée à celle qui reçoit ladite seconde pièce 2. Ladite seconde pièce 2 reçoit également des moyens de liaison 27 à un os. Le dispositif suivant l'invention ainsi constituée est donc, par exemple, relié au niveau de la seconde pièce 2 à la partie proximale de l'os sur lequel on souhaite effectuer un comblement par transport osseux, au niveau de la première pièce 1 à la partie distale du même os, et au niveau de la pièce mobile 9 à la rondelle d'os que l'on transportera en appliquant des couples alternés par une manipulation externe appropriée entre la partie proximale et la partie distale de l'os à combler après avoir mis le membre concerné dans la position qui convient pour commander l'activation des moyens pour transformer.

Suivant divers perfectionnements du présent mode de réalisation, ladite masselotte 7 peut en outre comporter:

- un insert dans un matériau sur lequel un champ magnétique est apte à exercer une force tel du fer ou, avantageusement, un aimant haute performance tel un aimant au Samarium Cobalt. La plupart des matériaux utilisés pour la réalisation de dispositif implantable sont amagnétiques et la masselotte 7 ainsi modifiée pourra ainsi facilement être commandée par inclinaison dans un champ magnétique permanent produit par exemple à l'aide d'une bobine.
- des moyens élastiques pour maintenir ladite masselotte 7 dans au moins une de ses positions jusqu'à l'application sur elle de forces suffisantes pour contrecarrer lesdits

moyen élastiques. De tels moyens seront essentiellement utilisés quand on souhaite que la masselotte 7 ne passe d'une position à l'autre qu'en présence d'un champ magnétique convenablement orienté pour obtenir un dispositif suivant l'invention particulièrement sécurisé mais peuvent aussi être utilisés pour contrôler lesdites directions « en haut » et « en bas » dans lesquelles ladite masselotte 7 se déplace d'une position vers l'autre sous l'effet de la gravité. En particulier, quand plusieurs masselottes 7, 7' seront présentes dans un même dispositif, il sera, par ce moyen, possible de contrôler successivement et/ou de manière différentielle leurs mouvements en se rapprochant plus ou moins de la stricte verticale. Ces moyens pourront par exemple être des moyens élastiques bistables tels qu'un ressort de compression monté légèrement comprimé entre deux cavités sensiblement circulaires pratiquées dans les parois le long desquelles ladite masselotte 7 peut se déplacer de manière qu'il forme un arc de cercle et qui prend appui sur les parois d'un orifice pratiqué dans ladite masselotte 7 lequel appui empêche l'arc de cercle de s'accroître au-delà d'une certaine limite quand la masselotte 7 arrive en butée dans une de ses deux positions. Ils peuvent encore prendre la forme d'une protubérance élastique qui coopère dans la position de la masselotte 7 à maintenir avec une cavité complémentaire pratiquée dans ladite masselotte 7 et qui se déforme quitter ladite cavité complémentaire quand un effort suffisant est exercé sur ladite masselotte 7 ou encore d'autres formes connues de l'homme de l'art.

Les figures 5 à 7 représentent un second mode de réalisation du dispositif suivant l'invention dans lequel lesdits moyens pour transformer comportent :

- un arbre d'entrée 3,
- un socle 5,
- des moyens 61, 62 pour qu'une rotation alternative de l'arbre d'entrée 3 par rapport au socle 5 provoque la rotation de l'arbre de sortie 4 dans un sens donné seulement,
- des moyens pour solidariser ledit socle 5 en rotation par rapport à ladite première pièce 1,
- des moyens pour solidariser ledit socle 5 en translation par rapport à ladite seconde pièce 2,

et lesdits moyens d'activation - désactivation sont constitués de moyens 7 commandables réversiblement de blocage-déblocage de la rotation entre ladite seconde pièce 2 et ledit arbre d'entrée 3.

Ce second mode de réalisation ressemble néanmoins dans sa structure au premier mode de réalisation représentée sur les figures 1 à 4, y compris en ce qui concerne les applications et les perfectionnements possibles, et la possibilité de comporter une pièce mobile 9 en liaison hélicoïdale avec ledit arbre de sortie 4. Seules les différences

structurelles entre ces deux modes seront donc décrites le lecteur pouvant facilement déduire le reste.

La différence structurelle principale résulte du fait que la seconde pièce 2 et l'arbre d'entrée 3 ne sont pas, dans ce second mode de réalisation du dispositif suivant l'invention, réalisés d'un bloc mais sont deux pièces distinctes que la masselotte 7 peut bloquer-débloquer en rotation relativement l'une à l'autre. La figure 6 est une vue en perspective éclatée qui facilite la compréhension de ces structures suivant le second mode de réalisation.

Les autres différences structurelles n'ont pas d'effet sur le fonctionnement du dispositif et ne sont présentées que pour montrer différents modes de réalisation de mêmes parties remplissant les mêmes fonctions.

Ainsi, la première pièce 1 est sensiblement identique à celle du premier mode de réalisation du dispositif à la différence qu'elle comporte des ergots anti-rotation (non visibles sur les figures) à l'extrémité opposée de celle dans laquelle s'emboîte la seconde pièce à la place des gorges anti-rotation 13, 14 utilisées dans ledit premier mode de réalisation. Ces ergots pénètrent dans des gorges 94 pratiquées à cet effet dans la pièce mobile 9 quand l'application envisagée nécessite le blocage en rotation de ces deux pièces entre elles quand ladite pièce mobile 9 est présente.

La clavette d'assemblage 8 qui relie la première pièce 1 à la seconde pièce 2 ainsi que ses logements respectifs 12, 26 dans ces deux pièces sont identiques à ceux décrits dans le premier mode de réalisation.

La seconde pièce 2 est constituée des premier 21 et second 22 cylindres tels que définis pour la seconde pièce 2 du premier mode de réalisation auxquels s'ajoutent, à l'extrémité libre dudit second cylindre 22, une protubérance 28 sensiblement parallélépipédique solidarisée suivant un diamètre, symétrique par rapport à ce diamètre et apte à coopérer avec une cavité complémentaire 74 pratiquée dans la masselotte 7 pour bloquer ladite seconde pièce 2 et ladite masselotte 7 en rotation entre elles. La longueur du parallélépipède 28 perpendiculairement au diamètre du second cylindre 22 est petite en regard de ce diamètre. La longueur suivant le diamètre du second cylindre 22 du parallélépipède 28 est telle qu'il ne dépasse pas dudit cylindre 22 mais peut aller jusqu'à l'affleurer. La troisième dimension du parallélépipède 28, soit suivant la direction de l'axe du cylindre 22, est telle qu'il dépasse de 1 à 3 mm dudit second cylindre 22.

La masselotte 7 est, dans ce second mode de réalisation, sensiblement cylindrique et munie à une première extrémité de la cavité complémentaire 74, symétrique par rapport à un diamètre de la masselotte 7, décrite dans le paragraphe précédent et à l'autre extrémité d'une seconde cavité 75 sensiblement symétrique de la cavité complémentaire 74 décrite dans le paragraphe précédent mais plus profonde qu'elle, c'est-à-dire plus

- longue dans la direction de l'axe de ladite masselotte 7, et apte à coopérer avec une seconde protubérance 31, par exemple sensiblement identique à la protubérance 28 de la seconde pièce 2 mais plus allongée pour remplir complètement, dans une première position telle que représentée sur la figure 5, ladite seconde cavité 75 et solidaire de l'arbre d'entrée 3. La cavité étanche dans laquelle circule la masselotte 7 est sensiblement cylindrique (à la présence des protubérances 28, 31 près) car comprise entre la face de la seconde pièce 2 qui porte ladite protubérance 28, la face de l'arbre d'entrée 3 qui porte ladite seconde protubérance 31 et l'intérieur cylindrique de la première pièce 1. Les joints 16 (un seul joint est représenté sur les figures) qui permettent son étanchéité sont positionnés par exemple comme pour le premier mode de réalisation. Les protubérances 28, 31, les cavités complémentaires 74, 75 et la longueur de la masselotte 7 sont définies de façon que dans ladite première position telle que représentée sur la figure 5 la masselotte 7 ne coopère qu'avec ladite seconde protubérance 31 solidaire de l'arbre d'entrée 3 laissant la seconde pièce 2 et l'arbre d'entrée 3 libres de leurs mouvements en rotation entre eux et que dans une seconde position telle que représentée sur la figure 7 la masselotte 7 coopère simultanément avec les deux protubérances 28, 31 définies bloquant ainsi la seconde pièce 2 et l'arbre d'entrée 3 en rotation entre eux. La masselotte 7 comporte en outre un perçage suivant son axe destiné à laisser passer une tige 32 solidaire de l'arbre d'entrée 3 et destinée à caler celui-ci en translation. Le diamètre de ce perçage est avantageusement choisi légèrement supérieur à celui de ladite tige 32 pour permettre une circulation facile de l'air d'un côté à l'autre de la masselotte 7 lors de ses mouvements dans la cavité.
- L'arbre d'entrée 3, l'arbre de sortie 4 et le socle 5, ainsi que les moyens de liaison entre eux et les ressorts d'entraînement 61, 62 qui assurent la transformation des rotations alternées de l'arbre d'entrée 3 en rotation dans un seul sens de l'arbre de sortie 4 sont très similaires à ceux du premier mode de réalisation et fonctionnent comme ces derniers, leur fonctionnement ne sera donc pas répété. Seules les différences structurelles suivantes peuvent être notées :
- l'arbre d'entrée 3 est maintenu en translation contre l'arbre de sortie 4 non par un clip 46 comme dans le premier mode de réalisation mais par une tige 32 centrée sur l'axe de rotation dudit arbre d'entrée 3 et qui prend appui sur ladite seconde pièce 2 en passant à travers un perçage pratiqué à cet effet dans la masselotte 7 comme décrit précédemment.
 - du fait de la disparition des gorges anti-rotation 13, 14 de ladite première pièce 1, les moyens pour solidariser le socle 5 en rotation par rapport à la première pièce sont dans le présent second mode de réalisation constitués d'une clavette anti-rotation 55 qui les traverse tous deux et participe également aux moyens pour solidariser le socle

5 en translation par rapport à la seconde pièce 2 qui comportent aussi, dans le présent mode de réalisation, la première pièce 1 et la clavette d'assemblage 8 entre ladite première 1 et ladite seconde 2 pièce.

Le fonctionnement de ce second mode de réalisation du dispositif suivant l'invention et tel que décrit sur les figures 5 à 7 est le suivant : quand la masselotte 7 se trouve dans ladite première position représentée sur la figure 5, la seconde pièce 2 et l'arbre d'entrée 3 sont libres de tourner entre eux et les couples appliqués entre ladite première 1 et ladite seconde 2 pièces provoquent les oscillations de ces dernières entre leurs positions où la clavette d'assemblage 8 vient en butée sur l'oblong 26 pratiqué dans ladite seconde pièce 2 et dans lequel elle se déplace, ladite clavette d'assemblage 8 reprenant alors lesdits couples qui ne sont à aucun moment transférés auxdits arbre d'entrée 3 et socle 5. Les moyens pour transformer sont donc désactivés. En revanche, quand la masselotte 7 se trouve dans ladite seconde position représentée sur la figure 7, la seconde pièce 2 et l'arbre d'entrée 3 sont solidarisés en rotation par l'intermédiaire de la masselotte 7 et lorsque que des couples sont appliqués entre lesdites première 1 et seconde 2 pièces, ils sont directement transférés auxdits arbre d'entrée 3 et socle 5. Ledit arbre d'entrée 3 est donc entraîné en rotation par rapport audit socle 5, solidaire en rotation de la première pièce 1. Les moyens pour transformer sont activés. L'arbre de sortie 4 est ainsi à son tour entraîné en rotation dans un sens de la façon déjà examinée précédemment, laquelle rotation dans un sens est transformée en un déplacement de la pièce mobile 9 correspondant à un raccourcissement ou un allongement suivant le sens choisi de l'enroulement des ressorts d'entraînement 61, 62 et du pas de la vis 420 dudit arbre de sortie 4 comme examiné précédemment également.

On commande le passage de la masselotte 7 de la position représentée sur la figure 5 à celle représentée sur la figure 7 pour activer les moyens pour transformer en inclinant ledit mode de réalisation du dispositif suivant l'invention représenté sur les figures 5 à 7 dans le champ de gravité terrestre de manière à ce que la seconde pièce 2 se trouve « en bas » et en appliquant un couple alterné entre les première 1 et seconde 2 pièces pour amener la protubérance 28 solidaire de ladite seconde pièce 2 en vis-à-vis de la cavité complémentaire 74 de la masselotte 7 et ainsi permettre la chute, sous l'effet de la gravité, de la masselotte 7 vers sa position telle que représentée sur la figure 7. On commande le mouvement inverse de la masselotte 7 pour désactiver des moyens de transformer en inclinant ledit mode de réalisation du dispositif suivant l'invention représenté sur les figures 5 à 7 dans le champ de gravité terrestre de manière à ce que la seconde pièce 2 se trouve « en haut » et en appliquant un couple alterné pour diminuer les frottements existants éventuellement entre ladite seconde pièce 2 et ladite masselotte 7 et ainsi

permettre la chute sous l'effet la gravité de la masselotte 7 vers sa position telle que représentée sur la figure 5.

- On précise que l'on applique un couple alterné car on ne connaît pas a priori de l'extérieur la position angulaire relative des première 1 et seconde 2 pièces qui se trouvent
- 5 probablement en butée sur leur clavette d'assemblage 8 sans qu'il soit possible de déterminer le sens du couple à appliquer pour quitter cette position de butée. Ainsi en appliquant un couple alterné on est sur qu'un des deux sens d'application du couple alterné conduira à quitter ladite position de butée et à la mise en vis-à-vis ou à la libération des frottements recherchée.

- 10 Comme dans le mode de réalisation précédent, suivant l'importance des frottements existants entre la masselotte 7 et sa cavité, les directions « en haut » et « en bas » correspondront à une stricte verticale ou à un positionnement à l'intérieur d'un cône centré sur la verticale.

- En outre, les perfectionnements déjà décrits pour la masselotte 7 dans le premier mode
- 15 de réalisation du dispositif suivant l'invention peuvent s'appliquer de la même façon au second mode de réalisation tel que décrit sur les figures 5 à 7.

- Sur les figures 8 à 10 on a représenté, vue en perspective, ladite première pièce 1 étant écorchée, un perfectionnement au second mode de réalisation représenté sur les figures 5 à 7. Ce perfectionnement consiste plus précisément en l'adjonction sur la masselotte 7
- 20 de moyens de blocage, selon la position de l'arbre de sortie 3, de ladite masselotte 7 dans sa position définie sur la figure 7, c'est-à-dire la position dans laquelle les moyens pour transformer sont activés. Suivant le mode de réalisation desdits moyens de blocage représenté sur les figures 8 à 10, une tige de blocage 76 est solidarisée à la masselotte 7 sur sa face qui regarde l'arbre d'entrée 3, par exemple à la périphérie de cette face. Ladite
- 25 tige de blocage 76 est en outre solidarisée parallèle à la direction des mouvements que la masselotte 7 peut accomplir dans sa cavité. Les ressorts d'entraînement 61, 62, et par conséquent les cylindres 3, 44, 55 sur lesquels ils s'appuient, sont dimensionnés pour que ladite tige de blocage 76 puisse passer librement entre leur surface extérieure et l'intérieur de ladite première pièce 1. Des perçages 34, 47 sont pratiqués dans l'épaule 35 de
- 30 l'arbre d'entrée 3 et dans l'épaule 41 de l'arbre de sortie 4 pour laisser passer ladite tige de blocage 76 avec un jeu suffisant pour assurer le bon fonctionnement du système tel qu'il est décrit plus bas et la longueur de ladite tige de blocage 76 est adaptée de manière à ce que son extrémité 77 opposée à celle par laquelle elle est solidaire de la masselotte :

- 35
 - dépasse la face de l'épaule 41 de l'arbre de sortie 4 qui regarde l'arbre d'entrée 3 quand la masselotte 7 est dans sa position définie sur la figure 5 et comme représenté suivant le mode de réalisation perfectionné, sur la figure 8,

- vienne affleurer ladite face de l'épaulement 41 de l'arbre de sortie 4 qui regarde l'arbre d'entrée quand la masselotte 7 et dans sa position définie sur la figure 7, et comme également représenté suivant le mode de réalisation perfectionnée sur les figures 9 et 10.
- 5 Le fonctionnement de la masselotte 7 munie de ladite tige de blocage 76 est le suivant : comme dans son mode de réalisation déjà décrit, on commande le passage de la masselotte 7 de sa position représentée sur les figures 5 ou 8 à celle représentée sur la figure 7 ou la figure 9 en inclinant le dispositif suivant l'invention dans le champ de gravité terrestre de manière à ce que la seconde pièce 2 se trouve « en bas » et en appliquant un
- 10 couple alterné entre les première 1 et la seconde 2 pièces pour amener la protubérance 28 solidaire de ladite seconde pièce 2 en vis-à-vis de la cavité complémentaire 74 de la masselotte 7 et ainsi permettre la chute, sous l'effet de la gravité, de la masselotte 7. On poursuit ensuite sans ramener le dispositif « en haut », mais il est déjà possible de le ramener par exemple à l'horizontale, l'application de quelques autres couples alternés qui
- 15 entraînent en rotation l'arbre de sortie 4. Du fait de cette rotation, le perçage 47 pratiqué dans l'épaulement 41 dudit arbre de sortie 4 s'éloigne de ladite tige de blocage 76 comme représenté sur la figure 10. Ainsi, même si le dispositif est à ce stade orienté « en haut », le retour de la masselotte 7 dans sa position d'origine telle que représentée sur les figures 5 ou 8 et correspondant à des moyens pour transformer désactivés ne se fera qu'une fois
- 20 que la rotation de l'arbre de sortie 4 induite par d'autres couples alternés aura ramené le perçage 47 pratiqué dans l'épaulement 41 dudit arbre de sortie 4 en vis-à-vis de ladite tige de blocage 76.
- De cette manière, les moyens d'activation - désactivation du dispositif selon l'invention sont devenus sensibles à la position de l'arbre de sortie 4. Ainsi, dans le cas où un seul
- 25 perçage 47 est pratiqué dans l'épaulement 41 dudit arbre de sortie 4, chaque commande du dispositif selon l'invention conduira à un déplacement égal ou multiple exactement (selon le nombre de couples alternés pratiqués entre le moment où on a orienté le dispositif suivant l'invention « en bas » et celui où on l'a orienté « en haut ») du pas de la vis 420 dudit arbre de sortie 4. Bien évidemment, on peut pratiquer plusieurs perçages 47
- 30 au lieu d'un seul dans l'épaulement 41 dudit arbre de sortie 4 et, dans ce cas, chaque commande du dispositif selon l'invention conduira à un déplacement égal ou multiple exactement du pas de la vis 420 dudit arbre de sortie 4 divisée par le nombre de perçages 47 pratiqués dans l'épaulement 41 si ceux-ci sont disposés régulièrement autour de l'axe dudit arbre de sortie 4. D'autres résultats sont bien entendu possibles en
- 35 disposant irrégulièrement lesdits perçages 47 pratiqués dans l'épaulement 41 dudit arbre de sortie 4. Pour des applications cliniques courantes d'allongement osseux ou de transport osseux, on choisira avantageusement un pas de vis 420 de 1 mm et deux à

quatre perçages 47 seront pratiqués régulièrement répartis dans l'épaulement 41 de l'arbre de sortie 4. De cette façon, il sera facile de « programmer » des allongements de 0,5, 0,33 ou 0,25mm exactement selon le nombre desdits perçages 47 pratiqués. Lesquels allongements pourront s'effectuer sous l'effet des torsions normalement subies pendant la marche, par exemple, dès lors que la commande telle que décrite précédemment aura été effectuée. Des allongements par la force musculaire très précis, très progressifs et peu contraignants pour le patient seront ainsi possibles.

L'adjonction sur la masselotte 7 de moyens de blocage 76 selon la position de l'arbre de sortie 4 de ladite masselotte 7 peut de la même façon constituer un perfectionnement du premier mode de réalisation du dispositif suivant l'invention représenté sur les figures 1 à 4.

Le passage d'une première à une seconde position des masselottes décrites jusqu'alors s'effectue suivant une direction qui est sensiblement celle dudit premier axe de rotation 100 entre la première 1 et la seconde 2 pièce, en orientant dans un sens ou dans l'autre le dispositif suivant l'invention par rapport à la verticale du champ de gravité ou à la direction d'un champ magnétique. Il peut être intéressant que cette direction de passage d'une première à une seconde position de la masselotte 7 soit différente, par exemple perpendiculaire audit premier axe de rotation 100 entre la première 1 et la seconde 2 pièce. Les figures 13 à 15 représentent un tel système de masselotte 7 dont la direction de déplacement est perpendiculaire audit premier axe de rotation 100 entre la première 1 et la seconde 2 pièce. Dans ce mode de réalisation modifié, la seconde pièce 2 comporte à son extrémité, au lieu d'une protubérance 28, un perçage concentrique 291 audit premier axe de rotation 100 et qui coopère avec une partie cylindrique 36 rattachée, elle, à l'arbre d'entrée 3 à la place de la protubérance 31 portée par celui-ci également. Les deux pièces étant emboîtées l'une dans l'autre, un perçage 29, 37 est réalisé perpendiculairement audit premier axe de rotation 100 par exemple de manière qu'il ne traverse qu'une des deux parois de la seconde pièce 2 et en totalité la partie cylindrique 36 rattachée à l'arbre d'entrée 3. La masselotte 7 est alors construite sous la forme d'un simple cylindre apte à coulisser dans ce perçage 29, 37. Son fonctionnement se comprend bien : dans une première position représentée sur la figure 14, la face percée 29 de la seconde pièce 2 se trouve « en haut » et la masselotte 7 prend appui sur la face 30 opposée non percée et laisse, sa hauteur ayant été choisie pour qu'elle puisse rentrer complètement dans le perçage 37 pratiqué dans la partie cylindrique 36 rattachée à l'arbre d'entrée 3, libre la rotation de la seconde pièce 2 et de l'arbre d'entrée 3 entre eux. Dans une seconde position, représentée sur la figure 15, la face percée 29 de la seconde pièce 2 se trouve « en bas » et la masselotte 7 est engagée par gravité dans le perçage 29 pratiqué dans la seconde pièce 2 tout en restant engagée également dans le perçage

37 pratiqué dans la partie cylindrique 36 rattachée à l'arbre d'entrée 3 et bloque en rotation la seconde pièce 2 et l'arbre d'entrée 3 entre eux.

Disposer de masselottes, c'est-à-dire aussi de moyens d'activation - désactivation, réagissant à des commandes différentes et, pour certaines, susceptibles de détecter des positions discrètes de l'arbre de sortie 4 du dispositif suivant l'invention, permet de combiner de façon particulièrement avantageuse deux dispositifs suivant l'invention pour réaliser des moyens qui permettent de contrôler le déplacement relatif des deux corps réversiblement dans les deux sens.

En effet, considérons à titre d'exemple et pour faciliter la description et la compréhension un premier et un second dispositif suivant le premier mode de réalisation représenté sur les figures 1 à 4. La disposition des ressorts d'entraînement 61, 62 du premier dispositif étant choisi telle que ledit premier dispositif transforme des couples alternés en un éloignement de sa pièce mobile 9, c'est-à-dire un allongement, un unique couple alterné produisant un éloignement que l'on note d1, et les caractéristiques de la masselotte 7 du premier dispositif étant choisies, comme sur les figures 1 à 4, pour fonctionner comme le fait celle d'un clou d'allongement fémoral introduit de la hanche vers le genou, tel que décrit précédemment, et la disposition des ressorts d'entraînement 61', 62' du second dispositif étant choisie telle que ledit second dispositif transforme des couples alternés en rapprochement de sa pièce mobile 9', c'est-à-dire en un raccourcissement, un unique couple alterné produisant un raccourcissement que l'on note d2, et les caractéristiques de la masselotte 7' du second dispositif étant choisies pour fonctionner comme le fait celle d'un clou d'allongement fémoral introduit en rétrograde comme déjà décrit précédemment également.

Les valeurs d1 et d2 dépendent dans ce cas du jeu des clavettes d'assemblage 8, 8' respectives du premier et du second dispositif dans leurs logements oblongs 26, 26' respectifs pratiqués dans lesdites secondes pièces 2, 2' respectives.

Modifions, par exemple ledit second dispositif, de manière à ce que la vis 420' de son arbre de sortie 4' soit remplacée par une tige cylindrique munie d'un taraudage apte à coopérer avec la vis de l'arbre de sortie dudit premier dispositif.

Modifions une des deux masselottes 7, 7', par exemple celle dudit premier dispositif, en lui adjoignant des moyens 76 de blocage selon la position de l'arbre de sortie dudit premier dispositif de façon absolument similaire à ce qui a déjà été décrit.

Assemblons maintenant les deux dispositifs de manière que la vis 420 de l'arbre de sortie 4 dudit premier dispositif soit engagée dans la tige cylindrique munie d'un taraudage de l'arbre de sortie 4' modifié dudit second dispositif. Ajoutons des moyens pour bloquer en rotation la première pièce 1 dudit premier dispositif par rapport à la première pièce 1' dudit second dispositif. Ces moyens peuvent par exemple être une gorge pratiquée sur la

surface extérieure de ladite première pièce 1 dudit premier dispositif est un ergot pratiqué à l'extrémité opposé à celle sur laquelle est assemblée ladite seconde pièce 2' dudit second dispositif de ladite première pièce 1' dudit second dispositif.

- 5 En se référant à la description du fonctionnement du premier mode de réalisation du dispositif suivant l'invention, on déduit facilement le fonctionnement de ladite combinaison particulièrement avantageuse de deux dispositifs ainsi constituée.

- Les moyens pour transformer du premier dispositif et du second dispositif sont activés en même temps en orientant ladite combinaison suivant une direction que nous définirons comme « en haut », en revanche du fait de l'adjonction de moyens de blocage 76 selon la position de l'arbre de sortie 4 dudit premier dispositif à sa masselotte 7, les moyens pour transformer du second dispositif seront désactivés au premier couple alterné appliqué après le changement d'orientation qui convient pour les désactiver que nous définirons comme orientation « en bas » alors que les moyens pour transformer du premier dispositif ne seront désactivés qu'une fois une des positions indexées de son arbre de sortie 4 atteinte. En conséquence, ladite combinaison particulièrement avantageuse de deux dispositifs, s'allongera ou se raccourcira suivant, d'une part, les valeurs de $d1$ et $d2$ et, d'autre part, le nombre de couples alternés effectués entre le moment où elle a été orienté « en haut » et le moment où elle a été orienté « en bas ».

- À titre d'exemple, on suppose les jeux des clavettes d'assemblage 8, 8' dans leurs logements oblongs respectifs 26, 26' tels que $d2$ vaut le double de $d1$ ($d2 = 2 \times d1$), qu'il faut 40 couples alternés pour réaliser un tour d'arbre de sortie 4, 4' de l'un ou de l'autre des deux dispositifs et qu'il y a une seule position indexée définie par un unique perçage 47 de l'arbre de sortie 4 du premier dispositif, c'est-à-dire qu'une fois activés, les moyens pour transformer dudit premier dispositif ne peuvent plus être désactivés avant l'achèvement d'un tour complet de son arbre de sortie 4, soit, dans notre exemple, l'application de 40 couples alternés. Dans ce cas, si l'on note n le nombre de couples alternés réalisés entre le moment où ladite combinaison a été orienté « en haut » et le moment où elle a été orienté « en bas », le déplacement orienté dans le sens positif pour un allongement vaut : $40 \times d1 - n \times d2$, soit encore, comme $d2$ vaut ici le double de $d1$: $(40 - 2 \times n) \times d1$. On obtiendra donc un allongement si n est strictement inférieur à 20, un raccourcissement si n est strictement supérieur à 20 et la combinaison de dispositif ne provoquera aucun déplacement si n est égal à 20.

- De nombreuses autres combinaisons de deux dispositifs suivant l'invention peuvent être envisagées telle, par exemple, celle représentée en perspective sur la figure 11 dans laquelle les ressorts d'entraînement 61, 62, 61', 62' et la première pièce 1, 1' ont été enlevés et en coupe sur la figure 12, tous ses composants étant présents, qui est un

mode de réalisation plus compact de la combinaison qui vient juste d'être décrite, à la structure et au fonctionnement si similaires qu'ils ne seront pas répétés.

Les combinaisons de deux dispositifs suivant l'invention les plus intéressantes combinent donc un premier et un second dispositif suivant l'invention de manière que la première
 5 pièce 1' dudit second dispositif soit liée en rotation ou rigidement liée à la première pièce 1 dudit premier dispositif et que l'arbre de sortie 4' dudit second dispositif soit la pièce mobile 9 du premier dispositif (et vice versa 4, 9') mais il existe d'autres combinaisons que l'homme de l'art pourra réaliser et qui ne sortent pas du cadre de la présente invention.

10 Différents choix de masselottes sont possibles pour ces combinaisons qui leurs confèrent des comportements différents. On distingue notamment deux comportements principaux :

- le premier dans lequel la première masselotte 7 peut être commandée indépendamment de la seconde 7' mais pas la seconde 7' indépendamment de la première 7, ce qui conduit ladite combinaison de dispositifs suivant l'invention à présenter trois états :
 - 15 o aucun des deux dispositifs n'est actif,
 - o seul le dispositif commandé par la première masselotte 7 est actif,
 - o les deux dispositifs sont actifs simultanément et leurs effets se combinent pour donner un déplacement qui dépend des d1 et d2 respectifs,
- le second dans lequel la première masselotte 7 et la seconde masselotte 7' peuvent être commandées indépendamment l'une de l'autre, ce qui conduit la
 20 combinaison de dispositif suivant l'invention à présenter trois autres états :
 - o aucun des deux dispositifs n'est actif,
 - o seul le dispositif commandé par la première masselotte 7 est actif,
 - o seul le dispositif commandé par la seconde masselotte 7' est actif

25 Un exemple de combinaison conduisant au premier comportement a été décrit précédemment. Le second comportement sera obtenu, par exemple, pour une masselotte 7 commandée par gravité combinée avec une masselotte 7' commandée par champ magnétique ou pour la combinaison de deux masselottes 7, 7' dont les directions de commande sont perpendiculaires entre elles.

30 La combinaison de deux dispositifs suivant l'invention conçus chacun pour produire un effet antinomiques à celui de l'autre, permet ainsi de contrôler très facilement et précisément le déplacement relatif des deux corps réversiblement dans les deux sens, ce qui est particulièrement utile par exemple pour le traitement de fractures non consolidées (en commençant par comprimer les parties de l'os séparées par la fracture non
 35 consolidée pendant quelques jours puis en effectuant une distraction de ces parties à l'aide du même dispositif), pour le comblement de pertes osseuses (en commençant par rapprocher progressivement les parties restantes puis en effectuant une distraction de ces

parties jusqu'à récupération de la longueur initiale de l'os) et, plus généralement, pour la sécurité de tout traitement réalisable au moyen d'un dispositif suivant l'invention.

D'autres combinaisons de dispositifs suivant l'invention sont également possibles est utiles que l'homme de l'art pourra réaliser en fonction des besoins exprimés.

- 5 Pour faciliter la compréhension du dispositif selon l'invention on a choisi de décrire quelques modes de réalisation du dispositif selon l'invention mais, en se basant sur ses connaissances professionnelles et la lecture de la présente description, l'homme de l'art pourra fabriquer de multiples autres modes de réalisation du dispositif selon l'invention qui ne sortent pas du cadre de l'invention.
- 10 Par exemple, des moyens préférés pour qu'une rotation alternative de l'arbre d'entrée 3 par rapport au socle 5 provoque la rotation de l'arbre de sortie 4 dans un sens donné seulement ont été détaillés dans la description mais un très grand nombre de tels moyens de transformation sont connus de l'homme de l'art ou pourront être construit par lui à la lecture de la description de la présente invention sans pour autant sortir de son cadre qui
- 15 feront appel, par exemple, à des cliquets, des roues libres à billes ou à aiguilles, et d'autres éléments de transmission tels que des engrenages si les arbres d'entrée 3 et de sortie 4 ne sont pas coaxiaux ou si l'on souhaite obtenir des rapports de transmission différents de un entre lesdits arbres 3, 4.

- Le dispositif suivant l'invention peut, selon l'application envisagée, être réalisé, par
- 20 exemple, dans un matériau plastique biocompatible tel que le poly-éther-éther-cétone ou dans un métal biocompatible tels ceux répondant aux normes ISO 5832, avec dans le cas des métaux, une préférence pour les alliages à base de cobalt qui présentent par exemple l'avantage de ne pas gripper facilement et de présenter des caractéristiques mécaniques souvent performantes. Les joints d'étanchéité sont eux préférentiellement
- 25 réalisés dans un élastomère performant et biocompatible comme certains silicones ou perfluorélastomères. Divers traitements de surfaces sont en outre possibles, tant pour biocompatibiliser ou bioactiver la surface du dispositif suivant l'invention, comme une couche de titane pur ou de carbonate de calcium sur les surfaces en contact avec l'organisme, que pour favoriser son fonctionnement mécanique en diminuant les
- 30 frottements et prévenant divers modes de dégradation de la surface tel qu'une couche de quelques microns d'épaisseur de carbone amorphe diamantin déposée sous vide par exemple.

La fabrication et l'assemblage du dispositif suivant l'invention est réalisable sans difficulté particulière par l'homme de l'art et peut être très largement ou complètement automatisée.

REVENDECATIONS

5 1- Dispositif implantable pour transformer sur commande des couples alternés en un déplacement comprenant :

- une première pièce 1,
- une seconde pièce 2 apte à osciller en rotation par rapport à ladite première pièce 1 autour d'un premier axe de rotation 100,
- 10 • un arbre de sortie 4,
- des moyens pour transformer un couple alterné appliqué entre lesdites première 1 et seconde pièces 2 en une rotation dans un seul sens dudit arbre de sortie 4, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens commandables réversiblement pour activer-désactiver lesdits moyens pour transformer un couple alterné appliqué entre lesdites
- 15 première 1 et seconde 2 pièces en une rotation dans un seul sens dudit arbre de sortie 4.

2- Dispositif suivant la première revendication caractérisé en ce qu'il comporte une pièce mobile 9 en liaison hélicoïdale avec l'arbre de sortie.

20 3- Dispositif suivant la revendication 2 caractérisé en ce qu'il comporte des moyens 93 pour solidariser la pièce mobile 9 avec un os, des moyens 13, 14, 91, 94 pour solidariser la première pièce 1 en rotation avec la pièce mobile 9 et des moyens 27 pour solidariser la seconde pièce 2 avec un os.

25 4- Dispositif suivant la revendication 2 caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour solidariser la première pièce 1 avec un os et au moins une gorge pratiquée sensiblement suivant la direction de l'axe de rotation de l'arbre de sortie 4 dans ladite première pièce 1 au moins sur la longueur du déplacement souhaité de la pièce mobile 9, des moyens 27 pour solidariser la seconde pièce 2 à un os et des moyens 93 pour relier la pièce mobile 9

30 à un os à travers ladite gorges.

5- Dispositif suivant l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que les moyens pour transformer un couple alterné appliqué entre lesdites première 1 et seconde 2 pièces en une rotation dans un seul sens dudit arbre de sortie 4 comportent:

- 35 • un arbre d'entrée 3 couplé en rotation à ladite seconde pièce 2,
- un socle 5,

- des moyens 61, 62 pour qu'une rotation alternative de l'arbre d'entrée par rapport au socle provoque la rotation de l'arbre de sortie dans un sens donné seulement,
- des moyens 52, 13, 53, 14 pour solidariser ledit socle 5 en rotation par rapport à ladite première pièce 1,
- 5 ◦ des moyens pour solidariser ledit socle 5 en translation par rapport à ladite seconde pièce 2,

et les moyens commandables réversiblement pour activer-désactiver lesdits moyens pour transformer un couple alterné appliqué entre lesdites première 1 et seconde 2 pièces en une rotation dans un seul sens dudit arbre de sortie comportent des moyens 7

10 commandables réversiblement de blocage-déblocage de la rotation entre lesdites première 1 et seconde 2 pièces.

- 6- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que lesdits moyens pour transformer un couple alterné appliqué entre lesdites première et
- 15 seconde pièces en une rotation dans un seul sens dudit arbre de sortie comportent:

- un arbre d'entrée 3,
- un socle 5,
- des moyens 61, 62 pour qu'une rotation alternative de l'arbre d'entrée 3 par rapport au socle 5 provoque la rotation de l'arbre de sortie 4 dans un sens donné seulement,
- 20 ◦ des moyens pour solidariser ledit socle 5 en rotation par rapport à ladite première pièce 1,
- des moyens pour solidariser ledit socle 5 en translation par rapport à ladite seconde pièce 2,

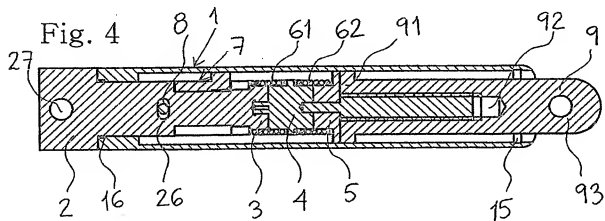
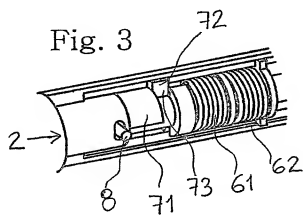
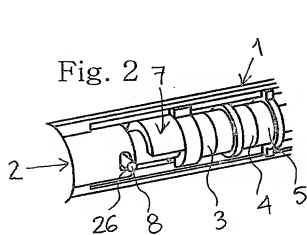
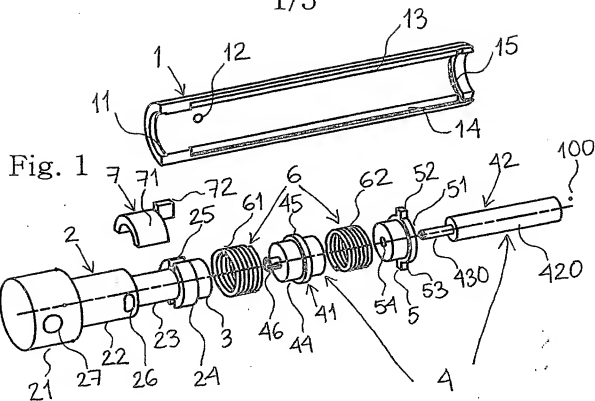
- et les moyens commandables réversiblement pour activer-désactiver lesdits moyens pour
- 25 transformer un couple alterné appliqué entre lesdites première 1 et seconde 2 pièces en une rotation dans un seul sens dudit arbre de sortie 4 comportent des moyens commandables réversiblement de blocage-déblocage de la rotation entre ledit arbre d'entrée 3 et ladite seconde pièce 2.

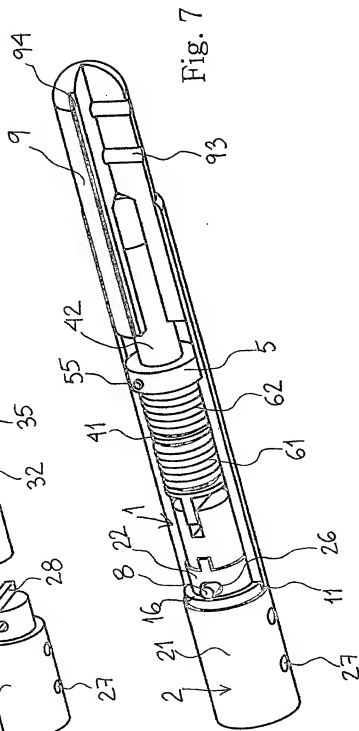
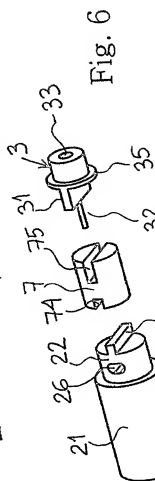
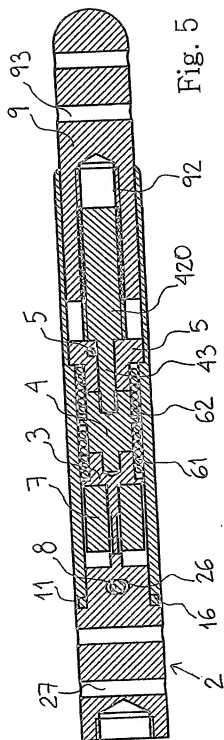
- 30 7- Dispositif suivant la revendication 5 ou la revendication 6 caractérisé en ce que les moyens commandables réversiblement de blocage-déblocage de la rotation entre les deux pièces à bloquer-débloquer comportent:
- des moyens définissant une cavité étanche aux solides et liquides environnants entre lesdites pièces à bloquer-débloquer,
 - 35 ◦ une masselotte 7 qui comporte des premières surfaces de blocage 72, 75 aptes à coopérer avec des surfaces 13, 31 de la première pièce à bloquer-débloquer 1, 3 et

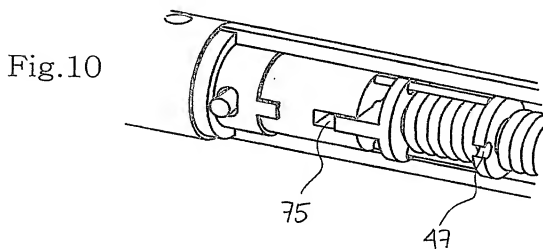
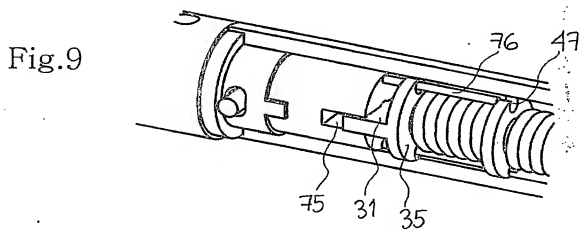
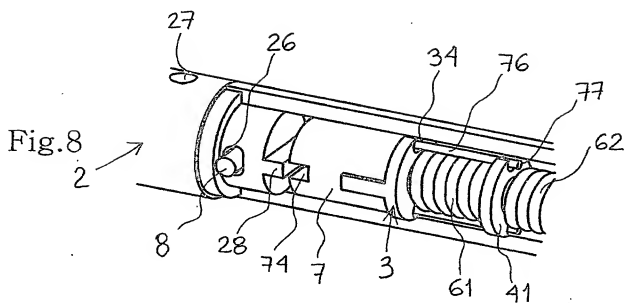
- des secondes surfaces de blocage 72, 74 aptes à coopérer avec des surfaces 25, 28 de la seconde pièce à bloquer-débloquer 2 et libre de passer dans ladite cavité étanche d'une première position dans laquelle les deux pièces à bloquer-débloquer sont bloquées en rotation entre elles par l'intermédiaire desdites première 72, 75 et seconde 72, 74 surfaces de blocage à une seconde position dans laquelle les deux pièces à bloquer-débloquer sont libres de tourner entre elles, au moins une desdites premières et secondes surfaces de blocage étant dégagée des surfaces de la pièce à bloquer-débloquer avec lesquelles elle peut coopérer.
- 5
- 10 8- Dispositif suivant l'une des revendications 5 à 7 caractérisé en ce que les moyens pour qu'une rotation alternative de l'arbre d'entrée 3 par rapport au socle 5 provoque la rotation de l'arbre de sortie 4 dans un sens donné seulement comportent :
- une première surface cylindrique liée au socle 5 d'un coté et présentant de l'autre une face libre perpendiculaire à son axe,
 - 15 ○ une seconde surface cylindrique de même diamètre que la première surface cylindrique et liée à l'arbre de sortie 4 d'un coté et présentant de l'autre une face libre perpendiculaire à son axe,
 - une troisième surface cylindrique liée à l'arbre de sortie 4 à l'opposé de la seconde surface cylindrique d'un coté et présentant de l'autre une face libre perpendiculaire à son axe lequel est confondu avec celui de la seconde surface cylindrique,
 - 20 ○ une quatrième surface cylindrique de même diamètre que la troisième surface cylindrique et liée à l'arbre d'entrée 3 d'un coté et présentant de l'autre une face libre perpendiculaire à son axe,
 - des moyens de liaison des arbres d'entrées 3 et de sortie 4 au socle 5 tels que :
 - 25 ○ les axes des quatre surfaces cylindriques et de rotation des arbres d'entrée 3 et de sortie 4 sont confondus,
 - les faces libres de la première et la seconde surface cylindrique sont en contact,
 - 30 ○ les faces libres de la troisième et la quatrième surface cylindrique sont en contact.
 - un premier ressort de friction 62 monté à cheval sur les première et seconde surfaces cylindriques,
 - un second ressort de friction 61 enroulé dans le sens inverse de l'enroulement dudit premier ressort de friction 62 et monté à cheval sur les troisième et quatrième surfaces cylindriques.
 - 35

- 9- Dispositif suivant la septième ou la huitième revendication caractérisé en ce que la masselotte 7 comporte un élément sur lequel un champ magnétique est apte à exercer une force.
- 5 10- Dispositif suivant l'une des revendications 7 à 9 caractérisé en ce que la masselotte 7 comporte des moyens élastiques pour la maintenir dans au moins une de ses positions.
- 11- Dispositif suivant l'une des revendications 7 à 10 caractérisés en ce que la masselotte 7 comporte des moyens de blocage 76 selon la position de l'arbre de sortie 4.
- 10 12- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte une première plaque 200 solidaire de la première pièce 1 et une seconde plaque 201 solidaire de la seconde pièce 2, les deux plaques 200, 201 étant contenues chacune dans un plan différent sensiblement radial à l'axe de rotation desdites première 1 et seconde 2 pièces tout en se faisant sensiblement face et un ressort maintenu
- 15 partiellement comprimé entre les plaques 200, 201.

1/5







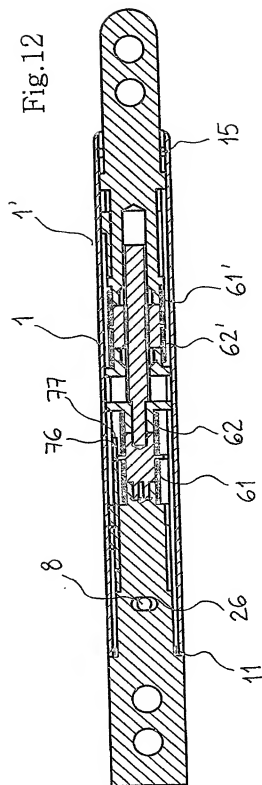
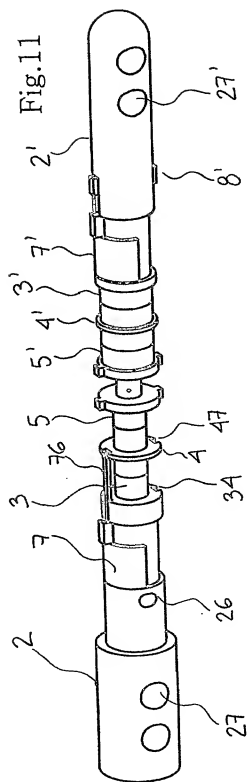


Fig.13

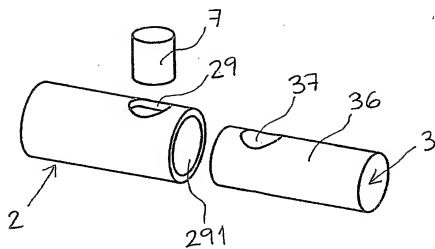


Fig.14

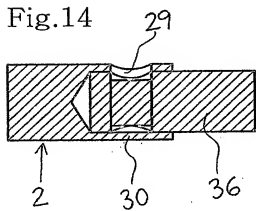
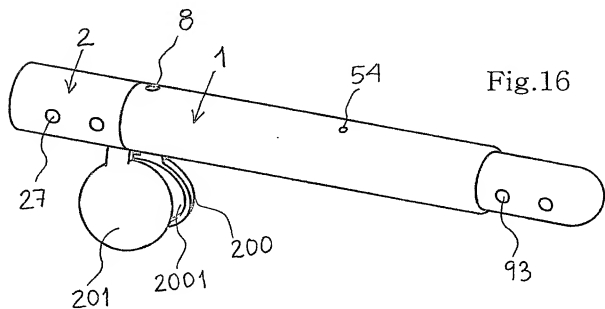
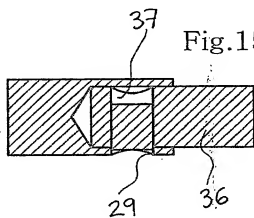


Fig.15



PCT Application
FR0302615



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.